

Rancang Bangun Sistem *Smart Charging* Menggunakan Panel Surya pada Robot 6WD Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560

Made Yogi Hendrayanto¹, Ida Bagus Alit Swamardika², Putu Arya Mertasana³

Abstract— *Robotic technology and science has been developed massively nowadays. Robotic technology development aims on assisting human to do certain work like high risk job, a job that off human's hands, and a job that need a high concentration. Today, humans are still controlling robots using battery as their energy source and recharging manually. Based on that statement, there are efforts to contribute in terms of 6WD robot development as well as designing a smart charging system using sun panel as the energy source and recharging the energy directly. This system later on will make the 6WD robot to move manually using computer and controlled by human. The user only need to move and monitor the condition of the two batteries of the 6WD robot from the computer. Then, the communication system that will happen between the computer and the 6WD robot can be done in two ways of communication. Hence, robot will be able to give computer all of the information like battery power, loss area, etc. System use arduino mega 2560 to processes all data inputs and outputs on the system. Telemetry module to transmit data from the robot to computer. Information transmission includes information 6WD robot batteries condition, battery current, battery voltage, and the direction of movement of the robot that controlled through the GCS (Ground Control Station).*

Intisari— Ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang robotika pada saat ini berkembang dengan sangat cepat. Teknologi robotika pada dasarnya dikembangkan dengan tujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan tertentu, seperti pekerjaan yang berisiko tinggi, pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan oleh tangan manusia secara langsung dan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi. Pada saat ini, robot masih dikendalikan secara manual oleh manusia menggunakan baterai sebagai sumber energi robot dan melakukan pengisian secara manual. Berdasarkan hal tersebut maka ada suatu keinginan untuk berkontribusi dalam pengembangan teknologi robot 6WD yaitu dengan merancang sebuah sistem *Smart charging* menggunakan panel surya sebagai sumber energi untuk melakukan pengisian baterai robot secara langsung. Sistem yang dibuat, nantinya dapat membuat robot 6WD, bergerak dengan cara manual menggunakan inputan dari komputer yang dikontrol manual dari manusia. Pengguna hanya perlu menggerakkan dan melihat kondisi lama penggunaan dari dua buah baterai robot 6WD melalui komputer, kemudian komunikasi yang terjadi antara komputer dengan robot dapat dilakukan secara dua arah, agar robot dapat memberikan informasi balik kepada komputer, baik itu daya baterai, *loss area* dan lain sebagainya. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai

sistem utama yang mengolah semua data *input* dan *output* pada sistem. Modul *telemetry* berfungsi untuk mengirimkan data dari robot ke komputer untuk ditampilkan. Pengiriman informasi robot 6WD meliputi informasi kondisi status 2 buah baterai, arus baterai, tegangan baterai, dan arah dari gerakan robot yang akan dikendalikan melalui GCS (*Ground Control Station*).

Kata Kunci— Robot 6WD, *Smart charging*, Arduino Mega2560, Panel Surya.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang robotika tumbuh dengan cepat. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya aplikasi yang berbasis sistem kontrol dan kecerdasan buatan dalam bidang industry dan pendidikan. Teknologi dikembangkan pada dasarnya bertujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan tertentu, maupun pekerjaan yang berulang-ulang dan monoton.

Dalam penelitian sebelumnya, *Solar powered robotic vehicle* meliputi pembangunan mekanisme penggunaan *solar cell* sebagai sumber energi untuk robot. Robot hanya menggerakkan sebuah motor untuk sistem *solar tracking*. Kekurangan energi listrik pada *Solar powered robotic vehicle* menyebabkan robot tidak dapat melaksanakan tugas dengan baik[1].

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan ini antara lain, Mudeng (2014) merancang robot management sampah bertujuan untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan *solar cell* [2], kemudian penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2014) merancang sistem monitoring baterai *solar cell*, dimana penelitian tersebut membahas tentang keadaan baterai melalui tampilan LCD 16x2 karakter[3].

Dalam penelitian ini dilakukan menambahkan pada robot dengan panel surya yang berfungsi untuk pengisian daya baterai robot. Mengaplikasikan robot *smart charging* dengan menggunakan desain dari robot 6WD yang telah dirancang oleh Swamardika (2015) dalam penelitian dengan judul merancang robot 6WD untuk pendeteksi kebocoran gas dimana penelitian tersebut membahas sistem kontrol dari robot 6WD dan GCS (*Ground Control Station*) [4].

Berdasarkan hal tersebut maka ada keinginan untuk berkontribusi dalam pengembangan teknologi *smart charging* yaitu dengan merancang sebuah sistem pengisian baterai secara otomatis yang menggunakan sel surya sebagai sumber energi. Dari penelitian yang dilakukan ini, diharapkan nantinya dapat membuat robot 6WD, yang dikontrol melalui komputer dan dapat melakukan pengisian baterai dengan menggunakan panel surya secara otomatis tanpa harus berhenti. Kemudian komunikasi yang terjadi antara komputer dengan robot 6WD dapat dilakukan secara dua arah, agar robot 6WD dapat memberikan informasi balik kepada

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: yogidezign@gmail.com)

^{2, 3}Dosen, Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: ²ibalits09@gmail.com ³ mertasana@ee.unud.ac.id)

komputer, baik itu daya baterai, status pengisian baterai secara terus- menerus untuk pengiriman data yang akan di kirim ke GCS(Ground Control Station).

II. SISTEM SMART CHARGING

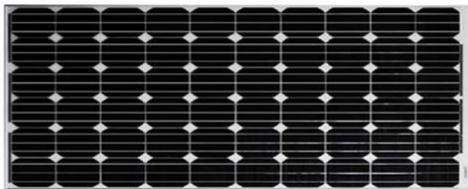
A. Smart charging System

Smart Charging adalah istilah dari metode pengendalian pengisian untuk meminimalkan biaya dari penggunaan listrik. *Smart charging* mencakup spesifikasi yang berhubungan dengan komunikasi antara asumsi listrik yang telah dipakai pada peralatan listrik. Dalam ini, *smart charging* melakukan komunikasi untuk mengetahui beban yang dikeluarkan dan dapat memantau keadaan alat yang sedang dilakukan pengisian ulang daya baterai. Maksud dari standar ini adalah " optimalkan pengiriman energi untuk *plug-in* kendaraan listrik", yang menjamin energi yang memadai untuk kendaraan. *Smart charging* membutuhkan *EVSEs (systems for plug-in hybrid electric vehicles)*, untuk memungkinkan komunikasi tertentu dalam berbagai penggunaan kendaraan yang menggunakan energi listrik [5].

B. Sel Surya

Sel surya (*photovoltaic*) adalah suatu alat semikonduktor yang mengkonversi foton (cahaya) ke dalam listrik. Konversi ini disebut efek *photovoltaic*, dengan kata lain efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik [6].

Mono - crystalline Merupakan ser surya yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. *Mono - crystalline* dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. [7].



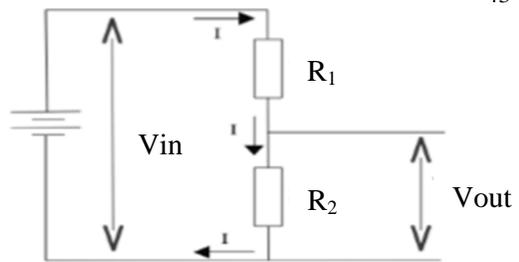
Gambar 1 Panel surya jenis *photovoltaic*

C. Sensor Tegangan

Resistor merupakan komponen pasif yang bersifat menghambat. Selain fungsi menghambat resistor juga memiliki fungsi pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) disebut juga sebagai rangkaian pembagi potensial (*potential divider*) dan dapat dirumuskan dengan Persamaan 1.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{input} \quad (1)$$

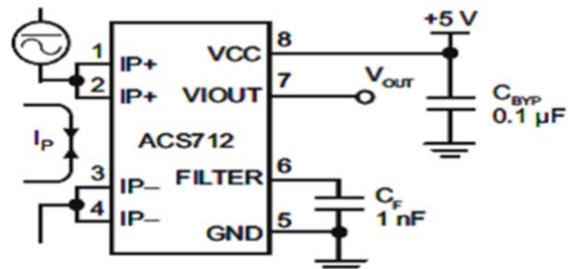
Input ke sebuah rangkaian pembagi tegangan adalah tegangan V_{in} . Tegangan V_{in} tersebut menggerakkan arus (I) untuk mengalir melewati kedua resistor R_1 dan R_2 [8].



Gambar 2 Rangkaian sensor tegangan

D. Sensor Arus ACS712-5A

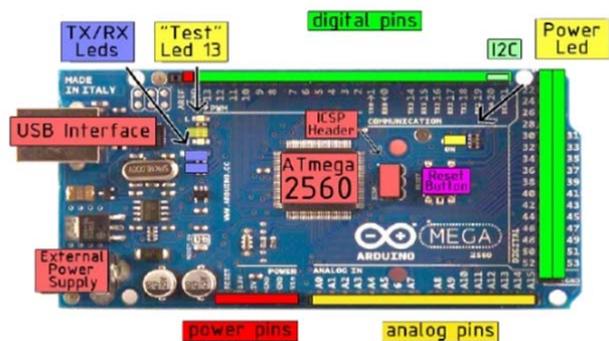
Sensor arus yang digunakan merupakan modul ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negatif dengan kisaran -5 A sampai 5 A. Sensor ini memerlukan suplai daya sebesar 5 V. Untuk membaca nilai tengah (nol Ampere) tegangan sensor diset pada 2.5 V, yaitu setengah kali tegangan sumber daya $V_{CC} = 5 V$ terhadap besar arus sebesar 200 mV/Ampere [9].



Gambar 3 Rangkaian Sensor Arus Tipe ACS712-5A

E. Mikrokontroler Atmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board* mikrokontroler yang menggunakan Atmega2560 sebagai komponen utamanya. Memiliki 54 pin digital I/O (14 pin tersebut dapat digunakan sebagai PWM), 16 input pin analog, 4 UARTs (komunikasi serial), 16 Mhz crystal, koneksi USB, DC Jack power, ICSP header, dan tombol reset [10].



Gambar 4 Arduino Mega2560

F. Radio Telemetry HM-TRP Series 100mW

Radio Telemetry sistem dasarnya menggunakan 3DR *Radio System* dan 100 persen kompatibel. Alat ini di rancang sebagai *open source* pengganti *radio Xbee set*, menawarkan harga yang lebih murah, jangkauan yang lebih panjang dan kinerja yang lebih unggul dari *radio Xbee* Menggunakan



frekwensi 433Mhz [11]. sistem ini menyediakan saluran *full duplex* menggunakan modul HopeRF HM-TRP yang di kostumisasi. *Interface* yang dapat terhubung menggunakan tegangan 3,3V TTL serial atau Serial USB FTDI.

G. Relay

Dalam bidang elektronika, *relay* merupakan komponen output yang paling sering digunakan. Relay berfungsi sebagai *switching* elektronik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan saklar mekanik. Saklar mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan sehingga akan timbul medan magnet untuk menarik saklar tersebut.

III. PERANCANGAN SISTEM

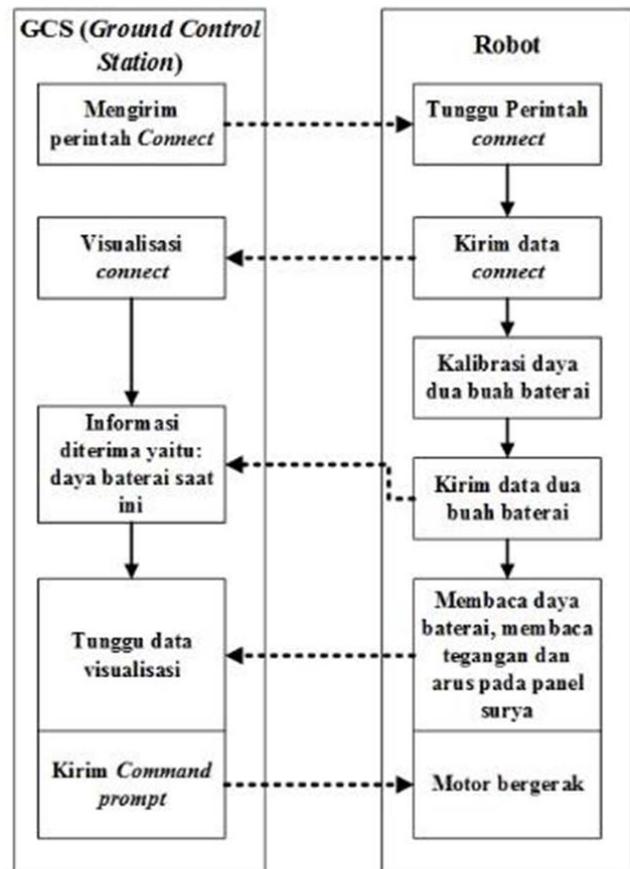
A. Gambaran Umum Sistem

Perancangan sistem *smart charging* baterai pada robot 6WD menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan panel surya sebagai sumber tegangan pengisian. Adapun dua buah bagian yaitu robot 6WD dan laptop yang didalamnya terdapat *Interface Ground Control Station (GCS)*.

GCS yang berfungsi sebagai pengontrol gerak robot dalam suatu perintah tertentu dan data yang diperintahkan oleh GCS akan diterima robot melalui komunikasi nirkabel HM-TRP. Selanjutnya robot akan memberikan informasi data berupa tegangan, arus, dan lain-lain yang diterima oleh GCS lalu menampilkan hasil *real time* dari robot 6WD.

Mekanisme pemrosesan data yaitu, pada saat perintah diterima oleh robot 6WD, maka robot akan melakukan pergerakan. Robot 6WD nantinya akan melakukan kalibrasi tegangan terhadap dua baterai yang terdapat pada robot, dimana saat dikontrol melalui GCS robot akan kehabisan daya pada baterai pertama. Jika daya baterai pertama habis, maka baterai kedua yang akan digunakan sebagai sumber daya untuk robot dan sebelumnya akan dilakukan *Switching* dari baterai pertama menjadi baterai kedua yang digunakan untuk bergerak robot. Setelah baterai pertama melakukan *Switching* ke baterai kedua, maka baterai pertama akan melakukan proses pengisian secara otomatis yang menggunakan panel surya sebagai sumber daya pengisian baterai. Kemudian operator mendapatkan informasi yang diperoleh dari robot berupa status *charging* baterai, tegangan dari panel surya, arus pada panel surya, tegangan dan arus pada dua buah baterai yang terdapat pada robot melalui komunikasi HM-TRP. Informasi semua akan dapat dilihat melalui GCS di dimonitoring oleh operator dari laptop.

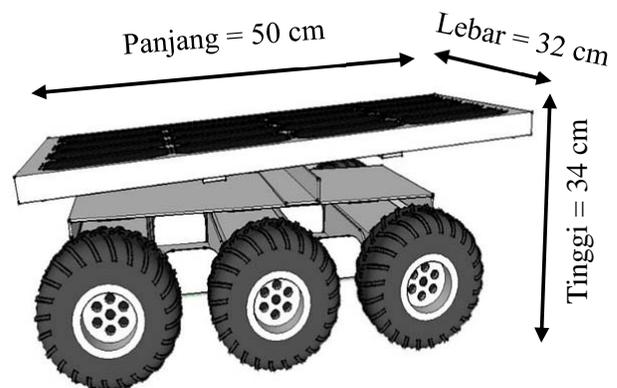
Pada saat robot digerakkan melalui GCS pada laptop, awalnya melakukan kalibrasi terhadap baterai yang nantinya akan menentukan baterai mana yang akan digunakan robot saat bergerak pada awal. Pada saat tersebut, jalur komunikasi dalam keadaan tidak bergerak maupun bergerak dan dapat dimanfaatkan untuk memonitoring kondisi dari robot.



Gambar 5 Gambaran Umum Sistem

B. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik berupa desain dari Robot 6WD, dilakukan dengan menggunakan *software google sketch up*, bertujuan untuk memberikan bayangan mengenai bentuk, dan ukuran dari robot yang akan dirancang. Berikut ini merupakan perancangan mekanik robot beserta ukuran dan bentuknya.



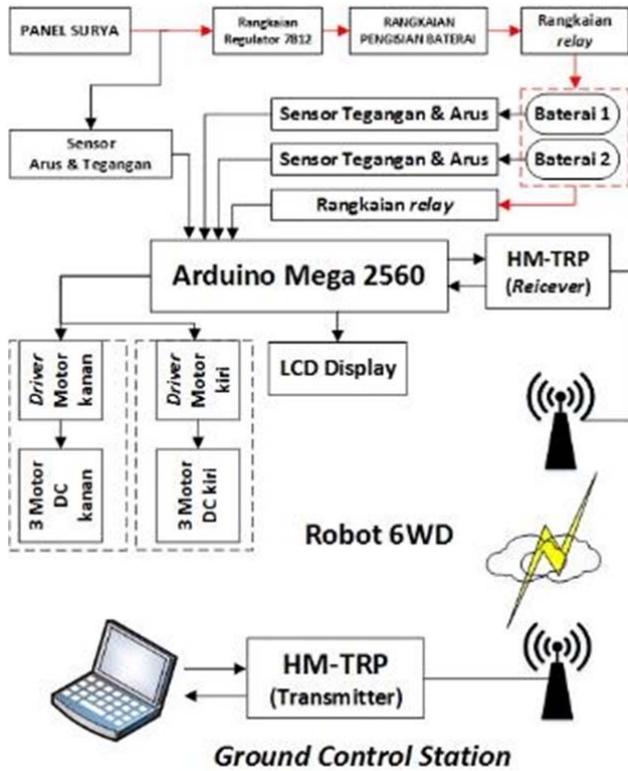
Gambar 6 Desain Mekanik Robot 6WD

C. Perancangan Skema Keseluruhan Board Arduino Mega2560 sebagai Sistem Smart Charging pada Robot 6WD menggunakan Panel Surya.

Pada perancangan elektronik robot 6WD, pada dasarnya hampir sama dengan mobil *remote control* pada umumnya.

Namun pada robot 6WD ini dapat dikontrol tanpa menggunakan *remote control* biasa melainkan di kontrol melalui komputer dan dapat melakukan pengisian secara otomatis pada baterai robot. Adapun sebuah kontroler tambahan yaitu Arduino Mega2560 yang berfungsi sebagai pengolah data *input* dan *output* dari sistem kontrol *smart charging* robot 6WD dengan panel surya. *Input* yang dimaksud adalah data yang di kirim dari komputer GCS melalui komunikasi *nirkabel* HM-TRP.

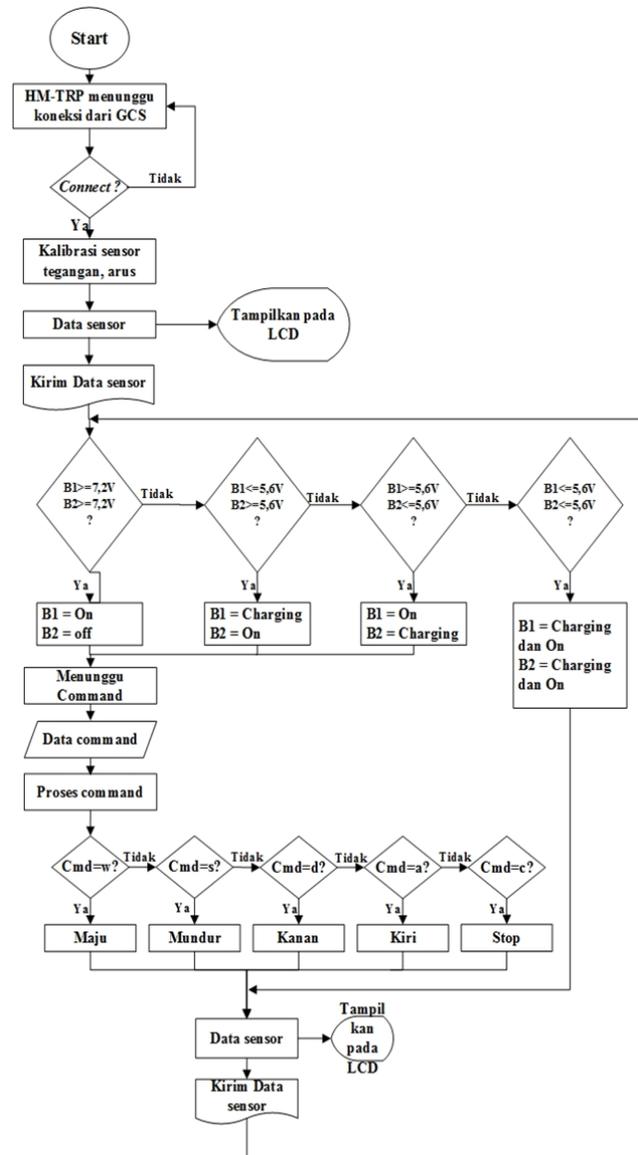
adalah baterai 1 dengan keadaan “ON”, sedangkan baterai 2 akan melakukan proses *charging*. Dalam proses tersebut terdapat perintah dari GCS berupa *command* untuk melakukan pergerakan pada robot dengan bersamaan robot dapat mengirimkan informasi data sensor yang terdapat pada robot. Pengiriman data informasi sensor dan status ON dan *charging* dari dua buah baterai yang terus menerus berulang-ulang.



Gambar 7 Skema Perancangan Elektronik Sistem *Smart Charging* pada robot 6WD

D. Diagram Alir Software Sistem *Smart Charging* pada Robot 6WD

Diagram alir *Software* robot 6WD di mulai dari menjalankan software dan menghidupkan *power supply* pada robot. Pada saat software dijalankan dilakukan perintah untuk koneksi dari HM-TRP untuk saling terhubung, jika sudah terhubung dengan robot akan memberikan informasi bawa robot telah tersambung oleh modul HM-TRP dengan memberikan informasi *Connect*. Robot selanjutnya akan melakukan kalibrasi sensor tegangan dan arus baterai yang akan melakukan pemilihan daya baterai mana yang digunakan pada awal *power supply* untuk robot, Terdapat dua buah baterai yang akan berondisikan satu buah baterai dengan keadaan “ON” untuk mengalirkan daya ke seluruh sistem robot dan satu buah baterai lagi yang akan melakukan proses “*charging*” melalui rangkaian *charging power balance*. Bilamana pada tegangan baterai 1 lebih besar dari 5,6 volt dan baterai 2 dengan tegangan lebih kecil dari 5,6 volt maka, yang digunakan untuk sumber daya keseluruhan sistem robot

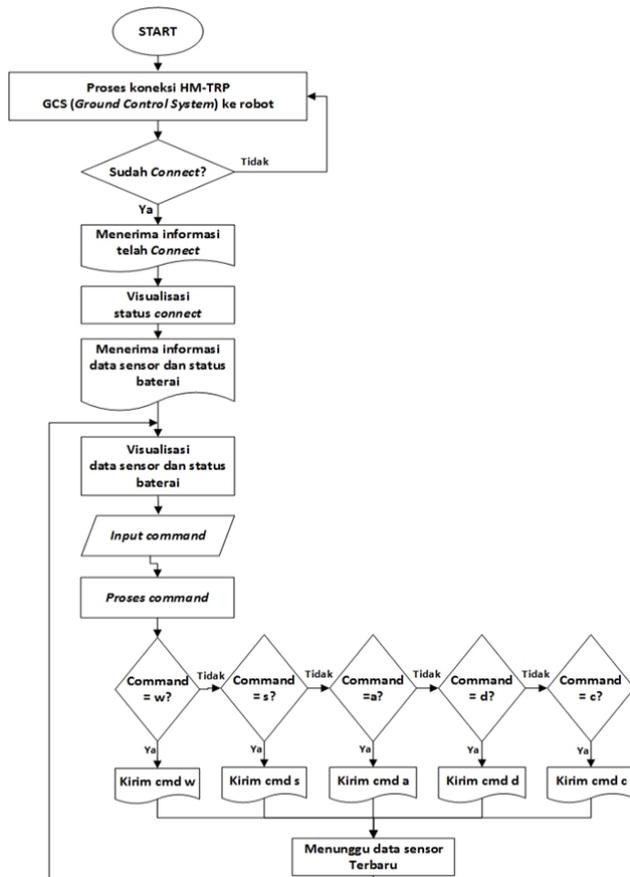


Gambar 8 Diagram Alir Sistem *Smart Charging* pada Robot

E. Diagram Alir Software pada GCS (Ground Control Station)

Pada diagram alir GCS gambar 9 lebih menampilkan data sensor saat kondisi bergerak dan mengontrol pergerakan robot dengan memberikan perintah *command*, karena hampir semua perhitungan dilakukan pada robot.

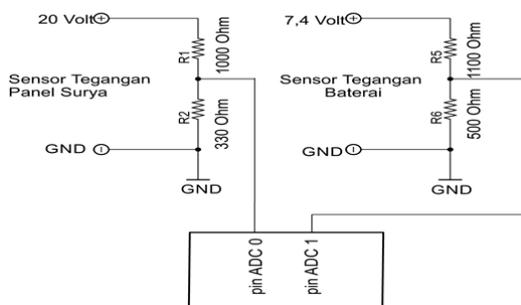




Gambar 9 Diagram Alir Software pada GCS (Ground Control Station)

F. Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan.

Sensor tegangan pada sistem smart charging pada robot 6WD menggunakan panel surya ini menggunakan sensor pembagi tegangan. Komponen utamanya adalah resistor yang di parallel dan prinsip kerja sendiri hanya mengeluarkan tegangan pada buck converter.



Gambar 10 Rangkaian sensor tegangan

Dengan menggunakan persamaan (1) dapat mengetahui resistor yang akan digunakan sebagai sensor tegangan pada baterai dengan tegangan 7,4 Volt dan panel surya dengan tegangan 20 Volt.

$$V_{out} = \frac{1100 \Omega}{500 \Omega + 1100 \Omega} \times 7,4 \text{ Volt}$$

$$V_{out} = 5 \text{ Volt}$$

Jadi, untuk sensor tegangan pada baterai diperlukan nilai R_5 dan R_2 dengan hasil di atas adalah R_6 dengan nilai resistor 500 Ohm dan resistor R_5 yang bernilai 1100 Ohm dengan V_{out} sebesar 5 Volt.

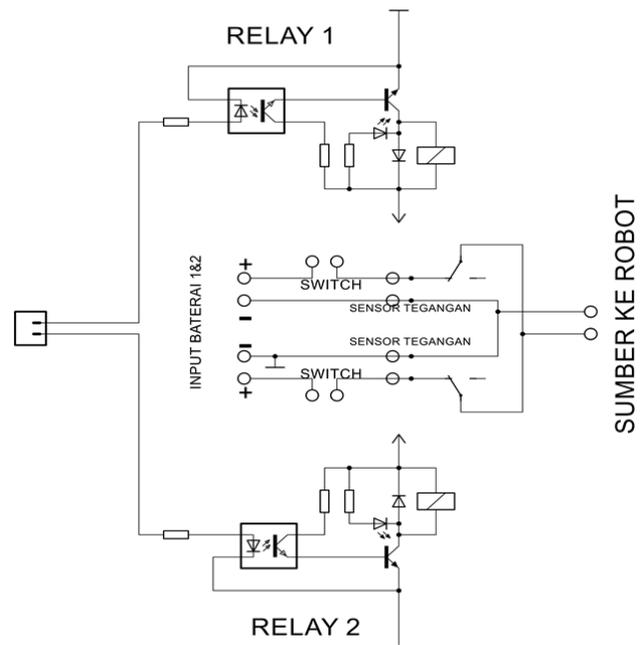
$$V_{out} = \frac{330 \Omega}{1000 \Omega + 330 \Omega} \times 20 \text{ Volt}$$

$$V_{out} = 5 \text{ Volt}$$

Jadi, untuk sensor tegangan pada panel surya diperlukan nilai R_1 dan R_2 dengan hasil di atas adalah R_1 yang didapat nilai resistor 1000 Ohm dan resistor R_2 yang bernilai 330 Ohm dengan V_{out} sebesar 5 Volt .

G. Perancangan Rangkaian Driver Relay

Rangkaian driver relay berfungsi untuk mengoperasikan relay, rangkaian ini dapat juga dikatakan sebagai buffer antara mikrokontroler dan relay karena tegangan yang dihasilkan oleh mikrokontroler Arduino mega tidak mampu untuk mengoperasikan relay. memberikan logika “1” atau tegangan sebesar 5 volt DC dan logika “0” yaitu tegangan sebesar 0 volt DC.

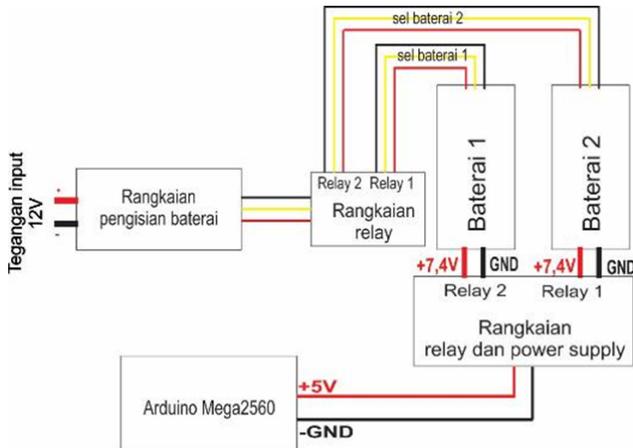


Gambar 11 Rangkaian driver relay

H. Perancangan Rangkaian Charging Battery

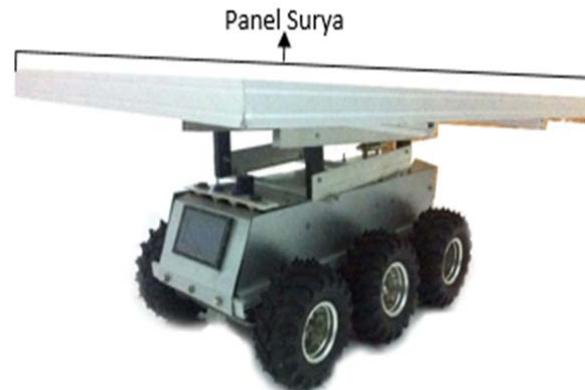
Dari sistem smart charging robot 6wd menggunakan panel surya ini adapaun alur pengisian dan sebagai sumber tegangan untuk robot 6WD. Dimana rangkaian charging lipo yang membutuhkan tegangan masuk sebesar 12 V yang dapat dilihat pada gambar 12 dilanjutkan dengan output dari rangkaian charging lipo akan masuk ke rangkaian relay yang berfungsi sebagai switch untuk melakukan pengisian terhadap baterai 1 atau baterai 2. Pengisian baterai dilakukan dengan output kabel sel dari baterai yang sebagai penghubung baterai dan rangkaian charging lipo. Dari setiap baterai yang digunakan menggunakan tegangan 7,4 Volt, dimana setiap

baterai tersebut akan di rangkain sebagai sumber robot untuk bergerak. Rangkaian relay yang digunakan sebanyak 4 buah rangkaian dengan 2 relay berfungsi untuk melakukan pekerjaan *switch* pada sumber robot, sedangkan 2 buah relay lainnya akan digunakan untuk *switch* pengisian baterai dengan sumber panel surya. Maka diperlukannya rangkaian pengisian baterai berupa *charger balance 2 cell lipo* yang membutuhkan tegangan *input* sebesar 12 Volt .



Gambar 12 Rangkaian Rangkaian Charging Battery

6	Mikrokontroler	Arduino Mega 2560
7	Dimensi panel surya PxLxT	67cm x 54cm x 20cm
8	Berat panel surya	2,4 kg
9	Total Berat keseluruhan robot	9,1 kg



Gambar 13 Hasil Realisasi Perangkat Keras dengan panel surya

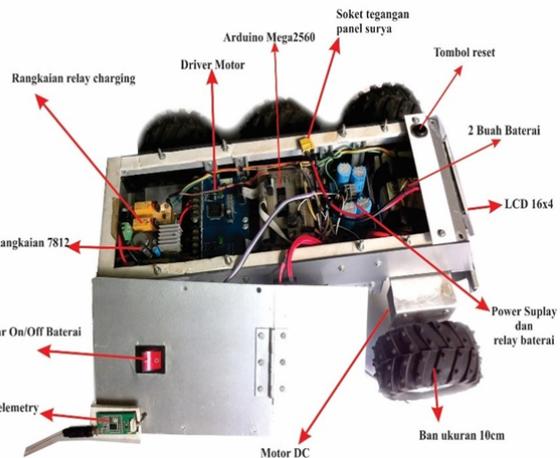
IV. HASIL DAN BEMBAHASAN

A. Realisasi Hasil Perancangan Perangkat Keras Smart Charging Robot

Realisasi perancangan perangkat keras rancang bangun sistem *smart charging* menggunakan panel surya pada robot 6WD berbasis mikrokontroler Atmega 2560. Tabel 1 yang menunjukkan dari kondisi robot *smart charging* 6 WD yang berupa tinggi, lebar, panjang, berat, jenis baterai yang digunakan, mikrokontroler yang digunakan dan berat dari robot tersebut. Adapun gambar 13 dan gambar 14 yang memberikan hasil realisasi dari robot berupa bentuk fisik untuk menampilkan komponen yang digunakan dalam sistem ini. Dari gambar terlihat komponen apa saja yang digunakan seperti *telemetry*, rangkaian regulator, LCD 16x4, baterai, Arduino mega 2560, *driver* motor, rangkaian *power supply* dan rangkaian *relay*

TABEL I
SPESIFIKASI HASIL REALISASI SISTEM SMART CHARGING ROBOT 6WD

No	Spesifikasi	Smart Charging Robot 6WD
1	Tinggi tanpa panel surya	34 cm
2	Panjang tanpa panel surya	50 cm
3	Lebar tanpa panel surya	32 cm
4	Berat robot	6,7 kg
5	Baterai	Lipo polimer 2200mAh 7,4volt



Gambar 14 Hasil Realisasi Perangkat Keras dengan rangkaian

B. Perhitungan Konsumsi Arus Rangkaian Sistem Smart Charging

Pengujian keseluruhan dari Sistem *Smart Charging* ini bertujuan untuk dapat mengetahui lama waktu penggunaan perangkat Sistem *Smart Charging*. Mengacu pada *datasheet* perangkat elektronika yang digunakan pada saat perangkat sistem *Smart Charging* bekerja sebagai sumber daya robot. Dengan hasil total besaran arus yang di gunakan sebesar 1210 mA dari total 10 komponen elektronika yang membutuhkan daya dari baterai sebagai sumber penggerak untuk robot sistem *smart charging* 6 WD



TABEL I
KONSUMSI ARUS RANGKAIAN SISTEM SMART CHARGING

No	Perangkat	Jumlah	Arus Perangkat (mA)	Total Arus (mA)	Satuan
1	Arduino Mega 2560	1	60	60	mA
2	LCD Display 14x4	1	140	140	mA
3	Relay charging	2	30	60	mA
4	Relay baterai	2	30	60	mA
5	Driver Motor	2	5	10	mA
6	Telemetri 433 MHz	1	30	30	mA
7	Power supply	1	10	10	mA
8	Motor DC	6	130	780	mA
9	Sensor Arus	3	10	30	mA
10	Sensor Tegangan	3	10	30	mA
	Total	-	-	1210	mA

TABEL II
HASIL PENGUJIAN JARAK KOMUNIKASI TELEMETRY ROBOT KE KOMPUTER

No	Jarak	Keterangan	Status
1	5 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
2	10 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
3	15 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
4	20 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
5	25 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
6	30 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
7	35 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
8	40 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
9	50 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
10	60 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
11	70 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
12	80 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
13	90 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
14	100 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terhubung
15	103 Meter	Outdoor, Line-of-sight	Terputus

C. Pengujian Komunikasi Telemetri 433MHz dengan mikrokontroler Atmega 2560

Media yang digunakan untuk proses transmitter dan receiver dari robot *Smart Charging Robot 6WD* dengan menggunakan Telemetri 433 MHz. Pengujian yang dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan alat meteran untuk menunjukkan jarak komunikasi yang bisa dilakukan oleh robot. Bilamana saat pengujian dilakukan robot menjauhi GCS setiap robot bergerak, maka dilakukan pengukuran dan pengecekan dengan komunikasi masih lancar atau tidak. Dari hasil tabel 2 data di ketahui untuk jarak terjauh dari komunikasi robot mencapai 100 meter untuk keadaan *line-of-sight* atau tidak terhalang benda dan dilakukan pengujian dengan keadaan terbuka.

D. Pengujian Tegangan Output dari Regulator 7812 dan pada Panel Surya

Rangkaian regulator 7812 berfungsi untuk menurunkan level tegangan menjadi +12 V DC, dengan kondensator masukan C4 yang digunakan sebagai perata tegangan, sedangkan kondensator keluaran C1 yang digunakan untuk memperbaiki tegangan peralihan dari *output* regulator 7812 panel surya.



Gambar 15 Pengujian *output driver relay* (a) kondisi rangkaian *relay* tidak aktif, (b) kondisi rangkaian *relay* aktif



Gambar 16 Pengujian *output regulator 7812 Panel Surya*

Hasil dari pengujian dari pengukuran tegangan *output* regulator 7812 yang membuktikan bahwa pengaruh dari perubahan yang terjadi pada tegangan pada panel surya, tidak mempengaruhi pada tegangan output pada rangkaian regulator 7812. Pengujian menunjukkan bahwa tegangan output dari regulator 7812 adalah sebesar antara 12,28 Volt dan 12,27 Volt, biarpun perubahan terus-menerus pada tegangan panel

surya maupun faktor intensitas matahari dalam satuan *lux* dan perubahan suhu pada panel surya. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang dikeluarkan oleh regulator 7812 telah sesuai dengan spesifikasi regulator 7812 tersebut sebesar 12 Volt.

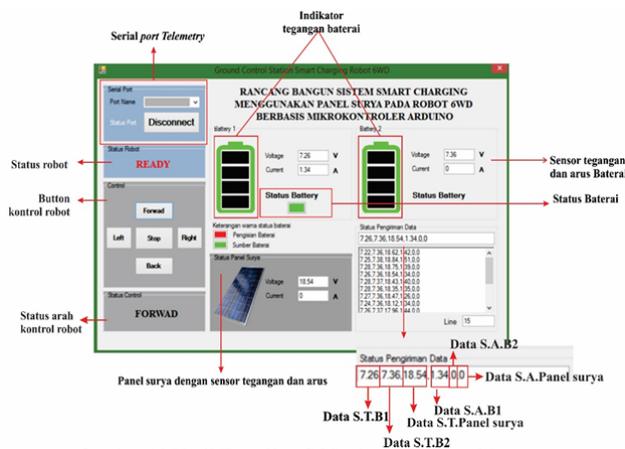
E. Pengujian pengiriman data informasi sistem Smart Charging ke GCS.

Pengujian pengiriman informasi sistem *smart charging* robot 6 wd ke GCS bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan oleh Robot 6 wd sudah sampai dan bisa di terjemahkan di GCS. Adapun data yang dikirimkan dari robot ke GCS berupa barisan data dalam format string. Jadi data yang dikirimkan berupa kata yang dipisahkan dengan tanda baca koma. Beberapa data yang dikirimkan oleh robot ke GCS akan digunakan sebagai parameter untuk digunakan untuk memvisualisasi kondisi tegangan, arus baterai dan panel surya dari robot.



Gambar 17 Pengujian ke lapangan.

Adapun hasil tampilan pengujian yang telah dilakukan adalah seperti terlihat pada gambar 18. GCS(*Ground Control Station*) pada komputer terhubung dengan modul telemetry yang digunakan sebagai alat untuk komunikasi dari GCS dengan robot yang sedang bergerak. Adapun jarak dari GCS ke robot saat pengujian sekitar 10 meter dengan kondisi bergerak. Pengujian dilakukan di lapangan terbuka dengan tidak adanya halangan, agar komunikasi dari *telemetry* di robot dan GCS tidak terganggu untuk melakukan monitoring robot maupun menggerakkannya.



Gambar 18 Hasil Tampilan GCS (*Ground Control Station*)

Data yang digunakan saat mengirim dalam bentuk string akan di parsing sesuai dengan alamat data masing-masing. Dari hasil pengujian tersebut, menandakan bahwa data informasi sistem smart charging sudah sampai pada *textbox* Made Yogi Hendrayanto: Rancang Bangun Sistem Smart...

masing-masing oleh GCS sesuai dengan informasi yang ditampilkan. *Picturebox* pada bar baterai merupakan status tegangan dari baterai tersebut, yang mudah untuk memonitoring setiap baterai. Dari status bar pada baterai merupakan kelipatan dari 0,6Volt pada setiap bar, dimana bar pertama dengan kapasitas 5volt sampai 5,6volt, kedua 5,61volt sampai 6,2volt, bar ketiga 6,21volt sampai 7,8 volt ,dan ke-empat 7,81volt sampai 7,4 volt.

F. Pengujian lama penggunaan baterai dan pengisian baterai.

Hasil dari pengujian dari lama penggunaan baterai maupun saat sedang pengisian terhadap baterai. Dilihat dari tabel tersebut, awalnya baterai 1 dengan kondisi sebagai sumber energi untuk robot dan status baterai 2 menunggu. Dari waktu yang dibutuhkan robot untuk bergerak dari jam 09.35 wita sampai dengan 10.44 wita yang membutuhkan waktu sekitar 1 jam 23 menit. Pada waktu 10.47 dengan keterangan warna hijau pada Tabel 3 terjadinya kondisi *switch relay* pada baterai yang awalnya suplay pada baterai 1, maka menjadi baterai 2 sebagai *supply* robot dan baterai 1 dengan status *charging* tanpa sebagai *supply* terhadap robot. Adapun waktu yang diperlukan saat *charging* dari jam 10.47 wita sampai 12.05 wita dengan warna kuning pada Tabel 3, dimana saat jam 12.05 keadaan baterai 2 sudah kurang dari 5,6 volt. Dan mengakibatkan baterai akan kembali ke adaan baterai 1 sebagai suplay dengan tegangan setelah melakukan pengisian 7,11volt dengan waktu pengisian hanya selama 1 jam 28 menit.

TABEL III
 HASIL PENGUJIAN ROBOT SMART CHARGING

No	Panel surya		Baterai 1			Baterai 2			Waktu
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Status	Tegangan (V)	Arus (A)	Status	
1	18.72	0	7.35	1.34	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.23
2	18.21	0	7.28	1.45	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.26
3	19.01	0	7.26	1.32	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.29
5	18.07	0	7.17	1.31	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.35
6	16.64	0	7.11	1.34	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.38
7	17.05	0	7.07	1.52	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.41
8	18.81	0	6.89	1.32	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.44
9	18.33	0	6.83	1.31	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.47
10	18.96	0	6.81	1.38	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.50
11	18.42	0	6.79	1.57	S=1,C=0	7.36	0	S=0,C=0	09.53
12	18.75	0	6.75	1.46	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.56
13	18.54	0	6.76	1.35	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	09.59
14	18.98	0	6.73	1.34	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.02
15	19.55	0	6.66	1.38	S=1,C=0	7.37	0	S=0,C=0	10.05
16	18.84	0	6.65	1.33	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.08
17	18.17	0	6.61	1.36	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.11
18	16.48	0	6.57	1.31	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.14
19	18.75	0	6.41	1.36	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.17
20	18.86	0	6.38	1.38	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.20
21	18.76	0	6.24	1.32	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.23
22	18.23	0	6.19	1.34	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.26
23	18.11	0	6.13	1.36	S=1,C=0	7.39	0	S=0,C=0	10.29
24	18.17	0	5.87	1.36	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.32
25	16.48	0	5.83	1.3	S=1,C=0	7.38	0	S=0,C=0	10.35



26	18,75	0	5,72	1,36	S=1,C=0	7,38	0	S=0,C=0	10,38
27	18,86	0	5,77	1,38	S=1,C=0	7,38	0	S=0,C=0	10,41
28	18,76	0	5,74	1,61	S=1,C=0	7,38	0	S=0,C=0	10,44
29	18,11	1,58	5,43	0	S=0,C=1	7,32	1,46	S=1,C=0	10,47
30	18,64	1,42	5,43	0	S=0,C=1	7,32	1,35	S=1,C=0	10,50
31	18,64	1,43	5,48	0	S=0,C=1	7,11	1,38	S=1,C=0	10,53
32	18,64	1,46	5,52	0	S=0,C=1	6,98	1,21	S=1,C=0	10,56
33	18,97	1,42	5,56	0	S=0,C=1	6,86	1,46	S=1,C=0	10,59
34	16,12	1,45	5,59	0	S=0,C=1	6,81	1,5	S=1,C=0	11,02
35	18,65	1,44	5,64	0	S=0,C=1	6,78	1,43	S=1,C=0	11,05
36	18,35	1,42	5,69	0	S=0,C=1	6,71	1,32	S=1,C=0	11,08
37	18,19	1,36	5,76	0	S=0,C=1	6,63	1,22	S=1,C=0	11,11
38	19,15	1,58	5,78	0	S=0,C=1	6,57	1,35	S=1,C=0	11,14
39	18,92	1,42	5,83	0	S=0,C=1	6,42	1,36	S=1,C=0	11,17
40	18,62	1,33	5,88	0	S=0,C=1	6,38	1,47	S=1,C=0	11,20
41	18,87	1,49	5,92	0	S=0,C=1	6,34	1,57	S=1,C=0	11,23
42	19,23	1,42	6,16	0	S=0,C=1	6,28	1,53	S=1,C=0	11,26
43	19,35	1,48	6,25	0	S=0,C=1	6,25	1,47	S=1,C=0	11,29
44	18,48	1,33	6,32	0	S=0,C=1	6,15	1,46	S=1,C=0	11,32
45	19,26	1,44	6,39	0	S=0,C=1	6,12	1,35	S=1,C=0	11,35
46	18,34	1,48	6,46	0	S=0,C=1	6,07	1,32	S=1,C=0	11,38
47	18,65	1,22	6,54	0	S=0,C=1	6,05	1,32	S=1,C=0	11,41
48	18,35	1,43	6,63	0	S=0,C=1	6,02	1,36	S=1,C=0	11,44
49	18,19	1,46	6,68	0	S=0,C=1	5,91	1,42	S=1,C=0	11,47
50	19,15	1,32	6,75	0	S=0,C=1	5,87	1,46	S=1,C=0	11,50
51	18,92	1,45	6,83	0	S=0,C=1	5,82	1,66	S=1,C=0	11,53
52	18,12	1,34	6,91	0	S=0,C=1	5,76	1,56	S=1,C=0	11,56
53	18,53	1,42	7,04	0	S=0,C=1	5,72	1,46	S=1,C=0	11,59
54	18,65	1,32	7,08	0	S=0,C=1	5,68	1,76	S=1,C=0	12,02
55	18,53	1,42	7,11	1,35	S=1,C=0	5,52	0	S=0,C=1	12,05
56	18,65	1,32	7,08	1,42	S=1,C=0	7,32	0	S=0,C=1	12,08

Keterangan. S = sumber energi dari baterai
 C = sumber charging dari panel surya
 1 = menyatakan sedang aktif
 0 = menyatakan sedang tidak aktif

V. SIMPULAN

Adapun Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dari Rancang Bangun Sistem *Smart Charging* Menggunakan Panel Surya pada Robot 6WD (*Wheel Drive*) Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560 adalah

1. Pengiriman informasi kondisi baterai dari robot *Smart Charging* ke GCS (*Ground Control Station*) sudah dapat dilakukan dengan pengiriman informasi robot meliputi informasi nilai sensor tegangan, sensor arus, kondisi dari kedua buah baterai dan satu buah panel surya.
2. Rancang bangun sistem *Smart Charging* robot 6WD menggunakan panel surya berbasis mikrokontroler Atmega 2560 sudah dapat melakukan pengisian baterai dengan sumber energi dari panel surya, dan melakukan pergantian baterai secara bergantian dari baterai satu ke baterai kedua dengan hasil pengujian kondisi saat pengisian baterai yang memerlukan waktu 1 jam 28 menit dengan keadaan tegangan 7,11 volt sedangkan saat penggunaan baterai dengan waktu yang diperlukan 1 jam 23 menit dengan lama pengujian dari pukul 9.35 sampai pukul 12.08.

REFERENSI

- [1] Shocket, Abe. Smart Charging Systems for Plug-in Electric Vehicles. *World Electric Vehicle Journal* Vol. 5, 2012.
- [2] V.V.H.Mudeng,M. Eka, dan P. Siwindarto. *Auto Charger System* Berbasis Solar Cell pada Robot *Management* Sampah. *Jurnal Brawijaya*, Vol. 2,No.5, 2014.
- [3] Pratama, Rizki Priya. Perancangan sistem monitoring *battery solar cell* pada lampu PJU berbasis web.*Jurnal ELTEK*, Vol.12 No.01, 2014.
- [4] I.B.A.Swamardika,I.N. Budiastira,I.N. Setiawan,M.Y. Hendrayanto, dan I.P.A.M.Pratama. Rancang Bangun Robot 6WD sebagai Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Komunikasi Wireless XBee-Pro Seri 1 60mW. *Jurnal Teknik elektro universitas udayana* Vol.14 No.1, 2015.
- [5] S.Warekar, and B.T.Salokhe. *Solar Powered robotic vehicle. Internasional Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*. Vol.4,Issue 5, 2015.
- [6] Mintorogo, Danny santoso, Strategi Aplikasi sel surya pada perumahan dan bangunan komersial. *Jurnal Universitas Kristen Petra*, Vol.28 No.2, 2014.
- [7] Muhammad Rizal. Pemantauan Parameter Panel Surya jenis *Mono - crystalline* Berbasis Arduino secara *Real time*. *JurnalRekayasa Elekrika* Vol. 11,No.4, 2015.
- [8] Nalwan, A. *Teknik Rancang Bangun Robot*. Yogyakarta : Andi offset. 2012.
- [9] Kadir, Abdul. *Zero to a pro, Arduino*. Yogyakarta:CV. ANDI OFFSET. 2015.
- [10] "Atmega 2560.data sheet". *Arduino Mega 2560*. Arduino™.(t.t.). Italy.
- [11] "Telemetry 433Mhz.data sheet". *HM-TRP Series 100mW Transceiver modules V1.0*. Hoperf .Huqiaocheng. China.